

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000348741
PUBLICATION DATE : 15-12-00

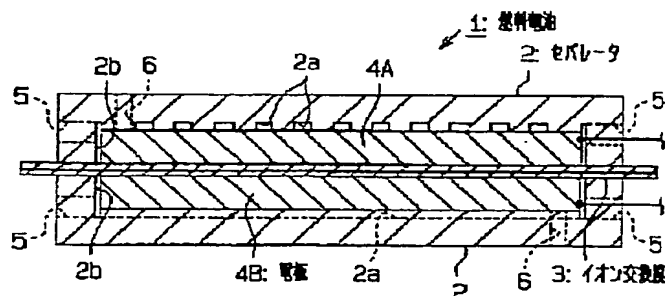
APPLICATION DATE : 08-06-99
APPLICATION NUMBER : 11161045

APPLICANT : IBIDEN CO LTD;

INVENTOR : MORIO YASUNORI;

INT.CL. : H01M 8/02 H01M 8/10

TITLE : SOLID HIGH-POLYMER TYPE FUEL CELL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid high-polymer type fuel cell capable of preventing the damage of an ion exchange film.

SOLUTION: This solid high-polymer type fuel cell 1 is composed by catching an ion exchange film 3 with a pair of separators 2 and by arranging electrodes 4A, 4B between the separators 2 and the ion exchange film 3. The separators 2 is formed out of a resin molded body containing carbon powder and a thermoset resin as main constituents. The thermal expansion coefficient of the resin molded body is 1/5-1 as much as that of the ion exchange film 3.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348741

(P2000-348741A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/02

B 5 H 0 2 6

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-161045

(22) 出願日

平成11年6月8日 (1999. 6. 8)

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 加藤 秀樹

岐阜県大垣市青柳町300番地 イビデン

株式会社青柳工場内

(72) 発明者 森尾 泰則

岐阜県大垣市青柳町300番地 イビデン

株式会社青柳工場内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CX03 CX05 EE02

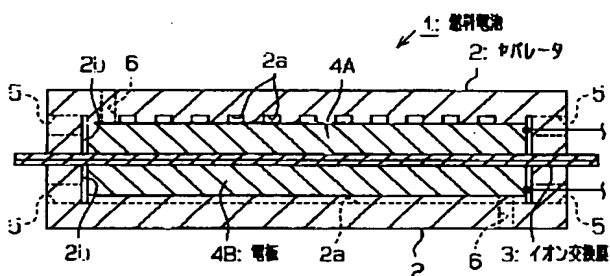
EE05 EE18 HH00

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 イオン交換膜の破損を防止することができる固体高分子型燃料電池を提供すること。

【解決手段】 この固体高分子型燃料電池1は、一対のセパレータ2によってイオン交換膜3を挟持するとともに、セパレータ2イオン交換膜3との間に電極4を配置したものである。セパレータ2は、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体からなる。樹脂成形体の熱膨張係数は、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/50倍～1倍である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】イオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部を挟持する一対のセパレータとを備えた固体高分子型燃料電池において、

前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体からなり、かつその熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の $1/50$ 倍～1倍である固体高分子型燃料電池。

【請求項2】イオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部を挟持する一対のセパレータとを備えた固体高分子型燃料電池において、

前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を成分とする樹脂成形体からなり、かつその熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の $1/10$ 倍～1倍である固体高分子型燃料電池。

【請求項3】前記イオン交換膜の熱膨張係数は $4 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ であり、前記セパレータの熱膨張係数は $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ であることを特徴とする請求項2に記載の固体高分子型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体高分子型燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、クリーンで発電効率の高い次世代の発電装置が望まれており、酸素及び水素の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する燃料電池(Fuel Cell)に対する期待が次第に高まってきている。現状における燃料電池の種類としては、りん酸型、アルカリ型、熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型(イオン交換膜型ともいう。)などが知られている。なかでも固体高分子型燃料電池(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)は、小規模かつポータブルな電源としての用途(例えば電気自動車用電源など)に適すると考えられている。ゆえに、その実用化に向けて、現在精力的に開発が進められている。

【0003】このタイプの燃料電池は、イオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体を備えている。このイオン交換膜は樹脂製であって、水素イオン(H^+)を選択的に通過させることができる。これらの電極には白金等の金属触媒が担持されている。一対の電極のうち的一方は水素極(陰極)と呼ばれ、他方は酸素極(陽極)と呼ばれる。膜・電極積層体の両側には一対のセパレータが配置されており、それらセパレータによって両電極からはみ出しているイオン交換膜の外周部が挟持されている。セパレータ用材料としては、従来、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体が提案されている。

【0004】水素極側のセパレータを介して供給されてきた水素ガス(H_2)は、水素極における触媒反応により水素イオン(H^+)となる。水素イオンは、イオン交換膜を通過しながら酸素極に向かって移動する。酸素極側には酸素ガス(O_2)が供給されている。従って、酸素極における触媒反応により、水素イオンと酸素ガスとが反応し、水(H_2O)が生じる。このような反応が起こる過程で電子(e^-)が水素極から酸素極へ移動し、電流が酸素極から水素極へ流れるようになっている。別の言い方をすると、酸素ガス及び水素ガスを燃料として、電気分解反応の逆反応により起電力が得られるようになっている。なお、このタイプの燃料電池の利点は、比較的低温(約 100°C)において作動することである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来技術の燃料電池は比較的低温で作動するとはいうものの、使用時と非使用時とでは、少なくとも数十 $^\circ\text{C}$ の温度差が発生する。従って、装置がこのようなヒートサイクルに遭遇すると、各構成部材同士の熱膨張係数の相違により、セパレータがイオン交換膜を引っ張って破ってしまうおそれがあった。

【0006】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、イオン交換膜の破損を防止することができる固体高分子型燃料電池を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明では、イオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部を挟持する一対のセパレータとを備えた固体高分子型燃料電池において、前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体からなり、かつその熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の $1/50$ 倍～1倍である固体高分子型燃料電池をその要旨とする。

【0008】請求項2に記載の発明では、イオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部を挟持する一対のセパレータとを備えた固体高分子型燃料電池において、前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体からなり、かつその熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の $1/10$ 倍～1倍である固体高分子型燃料電池をその要旨とする。

【0009】請求項3に記載の発明では、請求項2において、前記イオン交換膜の熱膨張係数は $4 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ であり、前記セパレータの熱膨張係数は $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ であるとした。

【0010】以下、本発明の「作用」について説明する。請求項1に記載の発明によると、セパレータの熱膨張係数がイオン交換膜の熱膨張係数の $1/50$ 倍～1倍

であることから、従来のものに比べて両者の熱膨張係数差が小さくなっている。ゆえに、装置がヒートサイクルに遭遇したときでも、イオン交換膜を破損に至らせるような大きな引っ張り力が、セパレータを介してイオン交換膜に作用するようなことがない。従って、イオン交換膜に与えられるダメージが小さくなり、結果としてイオン交換膜の破損が防止される。

【0011】請求項2、3に記載の発明によると、セパレータの熱膨張係数がイオン交換膜の熱膨張係数の1/10倍～1倍であることから、両者の熱膨張係数差が極めて小さくなっている。ゆえに、イオン交換膜の破損がより確実に防止される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施形態の固体高分子型燃料電池1を図1～図4に基づき詳細に説明する。

【0013】図1、図2に示される燃料電池1は、いわゆるシングルセルタイプである。本実施形態の燃料電池1は、1ユニットの膜・電極積層体と、2枚のセパレータ2とを備えている。

【0014】膜・電極積層体は、イオン交換膜3の両側に電極4A、4Bを配置した構造となっている。一方のものは水素極4Aであり、他方のものは酸素極4Bである。ただし、イオン交換膜3と両電極4A、4Bとは接合されているわけではない。イオン交換膜3は、水素イオンを選択的に通過させることができる。本実施形態では、テフロン等のようなフッ素樹脂系の材料からなる膜をイオン交換膜3として用いている。なお、本実施形態の場合、イオン交換膜3の熱膨張係数(CTE)は、 $4 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 程度に設定されている。実施形態中において「熱膨張係数」とは、詳細には、正規の測定方法である「ASTM D-696」に準拠して測定を行ったときの熱膨張係数の値をいうものとする。

【0015】水素極4A及び酸素極4Bは、炭素繊維を主成分とする好通気性のマット状物であり、ここでは矩形状に加工されている。このマット状物には、白金及びパラジウムが触媒として担持されている。なお、マット状物にはフッ素樹脂等が添加されていてもよい。

【0016】膜・電極積層体の両側には、一対のセパレータ2が配置されている。本実施形態のセパレータ2は矩形状かつ板状の充実体であって、水素極4A及び酸素極4Bよりも一回り大きく形成されている。セパレータ2の内面側には、水素極4A及び酸素極4Bを収容可能な形状・深さの凹部2bが設けられている。同じくセパレータ2の内面側には、複数の平行な溝2aも形成されている。そして、両電極4A、4Bからはみ出しているイオン交換膜3の外周部は、両セパレータ2の内面外周部によってシールされた状態で挟持されている。その結果、両セパレータ2間に膜・電極積層体が位置ずれ不能に固定されている。なお、イオン交換膜3の外周部に図

示しないフランジ部を設け、そのフランジ部とセパレータ2の内面外周部との間に図示しないパッキング等のシール部材を配置してもよい。

【0017】セパレータ2における4つの側面のうちの2つには、ガス給排孔5が複数個ずつ透設されている。これらのガス給排孔5は、セパレータ2の面方向に沿って平行に延びており、セパレータ2の外部領域と凹部2bとを連通させている。従って、一方側面にあるガス給排孔5群を介して凹部2b内に流入したガス等は、溝2aに沿って流れた後、他方側面にあるガス給排孔5群を経て再び外部領域に流出する。また、セパレータ2には、同じく凹部2bに連通するガス抜け孔6が透設されている。ガス抜け孔6はセパレータ2の厚さ方向に沿って延びている。

【0018】この燃料電池1の場合、セパレータ2用の材料として、炭素粉末及び熱硬化性樹脂をその成分とする樹脂成形体が用いられている。樹脂成形体における炭素粉末の役割は、電気比抵抗を低減してセパレータ2の導電性を向上させることである。使用可能な炭素粉末としては、天然黒鉛粉末があるほか、例えば人造黒鉛粉末、ガラス状カーボン、メソカーボン、カーボンブラック等がある。勿論、これらの混合物を用いることもできる。この場合、極力、不純物含有量の少ない高純度炭素粉末を用いることが望ましい。具体的にいうと、本実施形態では、不純物濃度が200ppm～300ppm程度の鱗片状人造黒鉛粉末を炭素粉末として用いている。

【0019】樹脂成形体における熱硬化性樹脂の役割は、ガスを透過させない性質をセパレータ2に与えること、及び好適な成形性を与えることである。使用可能な熱硬化性樹脂としては、例えばエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂などがある。これらのなかでも、特にフェノール樹脂を選択することが好ましい。フェノール樹脂は、成形性及びガス不透過性に優れるばかりでなく、耐酸性、耐熱性、コスト性にも優れるからである。なお、フェノール樹脂には、ノボラック系のものやレゾール系のもの等がある。ノボラック系フェノール樹脂及びレゾール系フェノール樹脂の混合物を用いても勿論構わない。

【0020】炭素粉末(便宜上Aとする。)と熱硬化性樹脂(便宜上Bとする。)との配合割合は、A:B=90wt%～50wt%:10wt%～50wt%であることが好ましい。もっとも、A:B=80wt%～60wt%:20wt%～40wt%であることが、よりいっそう好ましい。熱硬化性樹脂の配合割合が大きすぎると、電気比抵抗が過度に増大するおそれがあるからである。一方、熱硬化性樹脂の配合割合が小さすぎると、好適な成形性、ガス不透過性、機械的強度が得られなくなるおそれがあるからである。

【0021】また、セパレータ2の電気比抵抗は、 $5000 \mu\Omega \cdot \text{cm} \sim 200000 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 程度、望まし

くは $5000\mu\Omega\cdot\text{cm}\sim 50000\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 程度であることがよい。この値が大きすぎると、セパレータ2の電気比抵抗の増大によって、燃料電池1の内部抵抗が大きくなってしまふからである。逆に、この値を過度に小さくしようとすると、原材料の選択が困難になるおそれがあるからである。

【0022】本実施形態のセパレータ2の場合、樹脂成形体中に含まれる不純物濃度が、従来品に比べて極めて少なくなっている。より具体的にいうと、卑金属不純物であって水銀よりイオン化傾向の大きなものの濃度が、トータルで100ppm以下になっている。「卑金属不純物」とは、金、銀、水銀及び白金族等のような貴金属不純物を除くもののをいい、具体的にはカリウム、ナトリウム、バリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、鉄、ニッケル、すず、鉛、銅、シリコン、リン等を指す。これらの金属種のうちの殆どものは、水素イオンの存在下において比較的容易にイオン化する性質がある。つまり、このようにして発生した不純物金属イオンは、イオン交換膜3の内部及び表面に付着または吸着してしまうため、イオン交換膜3を被毒化させる主な要因となる。

【0023】イオン化傾向の大きな前記卑金属不純物の濃度は、トータルで、望ましくは20ppm以下であることがよく、より望ましくは10ppm以下であることがよく、さらに望ましくは0.01ppm \sim 5ppm程度であることがよい。かかる金属不純物の濃度の値が低ければ低いほど、イオン交換膜3が被毒化する危険性も小さくなるからである。

【0024】本実施形態において、樹脂成形体からなるセパレータ2の熱膨張係数は、イオン交換膜3の熱膨張係数と同等またはそれよりも若干小さい程度に設定されていることが必要とされる。具体的には、セパレータ2の熱膨張係数は、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/50倍 \sim 1倍であることが必要とされ、好ましくは1/20倍 \sim 1倍、最も好ましくは1/10倍 \sim 1倍であることがよい。

【0025】また、イオン交換膜3の熱膨張係数を $4\times 10^{-5}\sim 1\times 10^{-4}\text{℃}^{-1}$ に設定した本実施形態の場合、セパレータ2の熱膨張係数として $1\times 10^{-5}\sim 1\times 10^{-4}\text{℃}^{-1}$ の範囲を採ることが好ましい。

【0026】次に、本実施形態のセパレータ2を製造する手順について説明する。まず、出発原料となる炭素粉末を加熱下においてハロゲン化合物で処理しておくことが望ましい。具体的にいうと、ここではハロゲン化合物として塩素ガスを用いた処理を実施するようにしている。その結果、炭素粉末中の不純物濃度の低減が図られる。なお、加熱温度は2000℃ \sim 2300℃であることがよい。

【0027】次いで、前記熱処理を経た炭素粉末及び熱硬化性樹脂を上述した好適範囲の割合で配合し、混合物

を得る。この混合物をメタノール等の溶剤を添加して適度な粘度に調整するとともに、混練機を用いてよく混練する。メタノールの代わりに、例えばアセトンや、高粘度の高級アルコール類等を溶剤として用いてもよい。得られたフレーク状混合物をミキサ等により粉碎し、成形用原料とする。

【0028】次に、得られた成形用原料を用い、樹脂成形法（例えばプレス成形法、トランスファ成形法、射出成形法、押出成形法等）によって所定形状のセパレータ2を形成する。このとき、セパレータ2の外形状のみならず、同時に溝2a、凹部2b、ガス給排孔5、ガス抜け孔6を形成することがよい。即ち、このような方法であると、切削加工等が不要になり、低コスト化に好都合だからである。なお、このような樹脂成形時には、例えばホットプレス成形機が用いられる。このとき、金型を利用して成形用原料を150℃ \sim 200℃で成形し、さらに200℃ \sim 250℃で原料中に含まれる熱硬化性樹脂の硬化を促進させる。

【0029】そして、このようにして製作されたセパレータ2を、イオン交換膜3、水素極4A及び酸素極4Bとともに組み立てれば、図2等に示す所望の燃料電池1が完成する。

【0030】次に、図3に基づいて、この燃料電池1における発電原理を説明する。使用に際し、水素極4Aと酸素極4Bとの間には、モータ等のような負荷が外部回路として電氣的に接続される。この状態で、水素極4A側のセパレータ2の溝2aを介して、凹部2b内に水とともに水素ガスを連続的に供給する。同様に、酸素極4B側のセパレータ2の溝2aを介して、凹部2b内に水とともに酸素ガスを連続的に供給する。

【0031】水素極4A側のセパレータ2を経由して供給されてきた水素ガスは、水素極4Aにおける触媒反応により水素イオンとなる。生成された水素イオンは、イオン交換膜3を通過しながら酸素極4Bに向かって移動する。酸素極4B側に到った水素イオンは、酸素極4Bにおける触媒反応によって酸素ガスと反応し、水を生成させる。このような反応が起こる過程では、電子が水素極4Aから酸素極4Bへ移動する。従って、電流は酸素極4Bから水素極4Aへ流れ、結果として起電力を得ることができる。すると、外部回路に直流電流が通電され、負荷であるモータ等が駆動される。

【0032】

【実施例】[サンプルの作製]炭素粉末として、粒径が $25\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 程度であって不純物濃度が200ppm \sim 300ppmかつ鱗片状の黒鉛質人造黒鉛粉末を選択した。この粉末を約2100℃の加熱下において、所定時間、塩素ガスで処理することにより、不純物濃度を5ppm以下に低減した。また、熱硬化性樹脂として、固体レゾール系フェノール樹脂を使用した。炭素粉末とフェノール樹脂との配合割合は、A:B=65wt

%: 35wt%に設定した。

【0033】熱処理を経た高純度炭素粉末とフェノール樹脂とを混合した後、この混合物にメタノールを溶剤として添加した。これを混練機を用いてよく混練した後、得られた混練物を粉碎して成形用原料とした。次に、この成形用原料を一般的なホットプレス成形機によってプレス成形し、セパレータ2となるべき矩形の樹脂成形体を得た。ホットプレス成形における条件として、温度を200℃に、圧力を50kg/cm²に、時間を30分にそれぞれ設定した。

【0034】その結果、単金属不純物であって水銀よりイオン化傾向の大きなものの濃度が、トータルで5ppm程度である樹脂成形体を得た。サンプル1では、イオン交換膜3の熱膨張係数を 1×10^{-4} に設定し、セパレータ2の熱膨張係数を 2×10^{-6} に設定した。即ち、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/50倍とした。そして、このようにして得られたサンプル1を、実施例1のセパレータ2とした。

【0035】サンプル2～5（実施例2～5）においても、同様にイオン交換膜3の熱膨張係数を 1×10^{-4} に設定した。そして、サンプル2では、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/20倍とすべく、 5×10^{-6} に設定した。サンプル3では、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/10倍とすべく、 1×10^{-5} に設定した。サンプル4では、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/2倍とすべく、 5×10^{-5} に設定した。サンプル5では、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1倍と（即ち等しく）すべく、 1×10^{-4} に設定した。

【0036】一方、炭素粉末に対する塩素ガス処理を全く行わないでサンプル6を作製し、これを比較例のセパレータとした。比較例のセパレータにおいては、単金属不純物濃度がトータルで300ppm以上含まれていた。サンプル6では、イオン交換膜3の熱膨張係数を 1×10^{-4} に設定し、セパレータ2の熱膨張係数を 1×10^{-6} に設定した。即ち、セパレータ2の熱膨張係数を、イオン交換膜3の熱膨張係数の1/100倍とした。

【0037】なお、各サンプル中における単金属不純物濃度の測定は、従来公知の発光分光法に準拠して行った。ちなみに、サンプル1～6の樹脂成形体の電気比抵抗は、 $11 \mu\Omega \cdot \text{cm} \sim 20 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ であった。

〔比較試験の方法及びその結果〕上記6種のセパレータ2のサンプルを、それぞれイオン交換膜3、水素極4A及び酸素極4Bとともに組み立てて、個々に燃料電池1を製造した。そして、外部回路を接続した状態で燃料電池1のオンオフを繰り返すことにより、数十℃のヒートサイクルを付与した。一定回数ヒートサイクルを付与した後は、肉眼観察を行って、イオン交換膜3における弛みや破れの発生状況を調査した。

【0038】その結果、比較例のセパレータを用いた燃料電池1については、ヒートサイクルを一定回数以上付与した段階で、イオン交換膜3に弛みや破れが生じることがわかった。即ち、比較例の燃料電池1は耐久性に劣るものとなっていた。これに対して、実施例1～5のセパレータ2を用いた燃料電池1については、同じ回数だけヒートサイクルを付与した後でも、イオン交換膜3に弛みや破れが全くみとめられなかった。即ち、各実施例の燃料電池1は、比較例に比べて明らかに耐久性に優れていた。

【0039】また、図4のグラフに概念的に示されるように、比較例のセパレータを用いた燃料電池1については、動作開始時から一定時間以上経過すると、電圧値に変動が生じることがわかった。従って、これ以上使用を続けるとすると、やがてイオン化した不純物によってイオン交換膜3が被毒化してしまい、確実に電圧値の低下を来すであろうことが予想された。これに対して、実施例1～5のセパレータ2を用いた燃料電池1については、同じ時間経過した後において、少なくとも電圧値に変動は認められなかった。よって、比較例に比べ、起電力の電圧値の安定性が高かった。つまり、各実施例のほうが比較例よりも発電性能に優れていた。

【0040】従って、本実施形態の各実施例によれば以下のような効果を得ることができる。

(1) 各実施例の燃料電池1では、セパレータ2の熱膨張係数がイオン交換膜3の熱膨張係数の1/50倍～1倍に設定されている。よって、従来のものに比べて両者2, 3の熱膨張係数差が小さくなっている。ゆえに、装置がヒートサイクルに遭遇したときでも、イオン交換膜3を破損に至らせるような大きな引っ張り力が、両セパレータ2を介してイオン交換膜3に作用するようなことがない。

【0041】これは、セパレータ2及びイオン交換膜3の材料的なマッチングが改善された結果、両者2, 3が一緒にかつ同じ程度だけ熱膨張・熱収縮するようになったからである、と考えられる。従って、上記各実施例によれば、イオン交換膜3の破損を確実に防止することができる。ゆえに、高い発電性能を長期間にわたって維持することができ、耐久性・実用性に優れた燃料電池1を実現することができる。

【0042】(2) 各実施例の燃料電池1のセパレータ2は、炭素粉末と熱硬化性樹脂とを主成分としているため、比較的安価な材料からなる。また、このセパレータ2は樹脂成形法を経て作製されたものであるため、比較的安価に得ることができる。しかも、このような樹脂成形体であれば、固体高分子型燃料電池1のセパレータ2に要求される諸特性を比較的容易に実現することができる。つまり、好適なガス不透過性、低電気比抵抗、耐酸性、軽量性等を得ることができる。

【0043】(3) 各実施例のセパレータ2の場合、樹

脂成形体中に含まれる前記単金属不純物濃度が100ppm以下であって、いずれも従来品に比べて単金属不純物濃度が相当低くなっている。そのため、たとえ不純物がイオン化したとしても、イオン交換膜3を被毒化させるまでには至らない。よって、これを用いた燃料電池1によれば、長期間にわたって安定した起電力を得ることができる。

【0044】(4) 本実施形態のセパレータ2は、炭素粉末を高温加熱下において塩素ガスで処理した後、その炭素粉末を用いて樹脂成形を行うことによって製造される。このとき、熱によって塩素ガスと炭素粉末中に含まれる不純物とが反応し、金属の塩化物が生じる。この種の化合物は高温下では一般にガス状であるため、そのガス状金属塩化物は炭素粉末の外部に容易に抜け出すことができる。従って、このような処理を経た炭素粉末を用いて樹脂成形を行えば、樹脂成形体中における不純物濃度の低減を容易にかつ確実に図ることができる。ゆえに、上記の優れたセパレータ2を確実に得ることができる。

【0045】なお、本発明の実施形態は以下のように変更してもよい。

・ 炭素粉末として前記実施例にて使用したものと別種のものを用いたり、熱硬化性樹脂として前記実施例にて使用したものと別種のものを用いたりすることも可能である。

【0046】・ セパレータ2における凹部2bの形状は、必ずしも矩形状に限定されない。また、不要であれば、凹部2bは省略されてもよい。

・ 本発明のセパレータ2は、シングルセルタイプ用の構成部材として具体化されるばかりでなく、それ以外のタイプ（いわゆるマルチセルタイプ）用の構成部材として具体化されることが可能である。例えば、図5に示す別例の燃料電池11における一対のセパレータ12は、その両面に溝2a及び凹部2bを備えている。一方の面に形成される溝2aと、他方の面に形成される溝2aとは、例えば互いに直交する関係にある。上記構造の燃料電池11は、数十枚から数百枚ほど積層されることにより、「燃料電池スタック」を構成した状態で使用される。なお、単セルである個々の燃料電池11は、各十分な起電力を得るために直列に接続されることがよい。

【0047】次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほか、前述した実施形態によって把握される技術的思想をその効果とともに以下に列挙する。

(1) 水素イオンを選択的に通過しうるイオン交換膜の両側に無機繊維からなるマット状の電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部を挟持するとともに、その内側に設けられた凹部内に前記電極を収容する一対のセパレ

ータとを備えた固体高分子型燃料電池において、前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を成分とする樹脂成形体からなり、かつその樹脂成形体の熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の1/50倍～1倍（好ましくは1/20倍～1倍、より好ましくは1/10倍～1倍）である固体高分子型燃料電池。従って、この技術的思想1に記載の発明によれば、耐久性・実用性に優れた固体高分子型燃料電池を提供することができる。

【0048】(2) 請求項1乃至3、技術的思想1のいずれか1つにおいて、前記樹脂成形体中に含まれる不純物濃度が100ppm以下（望ましくは20ppm以下、より望ましくは10ppm以下）であること。従って、この技術的思想2に記載の発明によれば、長期にわたって安定的に発電することができ、よりいっそう耐久性・実用性に優れたものとして提供することができる。

【0049】(3) 技術的思想1、2のいずれか1つに記載の燃料電池を単セルとして複数枚備え、かつ前記各単セルを積層した状態で直列に接続したことを特徴とする燃料電池スタック。従って、この技術的思想3に記載の発明によれば、十分な量の起電力を、長期にわたって安定して発生しうる燃料電池スタックを提供することができる。

【0050】(4) フランジ付きイオン交換膜の両側に電極を配置してなる膜・電極積層体と、前記両電極からはみ出している前記イオン交換膜の外周部（即ちフランジ部）を、シール部材を介して挟持する一対のセパレータとを備えた固体高分子型燃料電池において、前記セパレータは、炭素粉末及び熱硬化性樹脂を主成分とする樹脂成形体からなり、かつその熱膨張係数が前記イオン交換膜の熱膨張係数の1/50倍～1倍である固体高分子型燃料電池。

【0051】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1に記載の発明によれば、イオン交換膜の破損を防止することができる固体高分子型燃料電池を提供することができる。

【0052】請求項2、3に記載の発明によれば、イオン交換膜の破損をより確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化した一実施形態における固体高分子型燃料電池の分解斜視図。

【図2】実施形態の燃料電池の概略断面図。

【図3】実施形態の燃料電池の原理説明図。

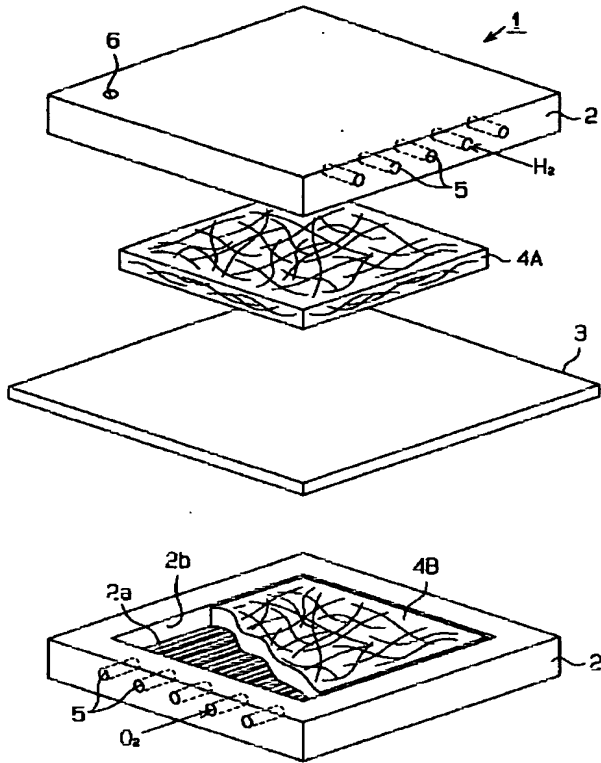
【図4】比較試験の結果を概念的に示すグラフ。

【図5】別例の燃料電池の概略断面図。

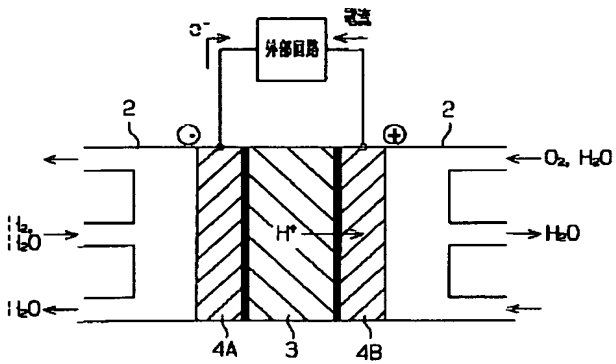
【符号の説明】

1…固体高分子型燃料電池、2…セパレータ、3…イオン交換膜、4…電極。

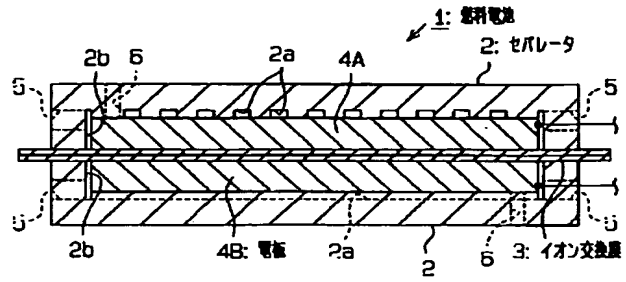
【図1】



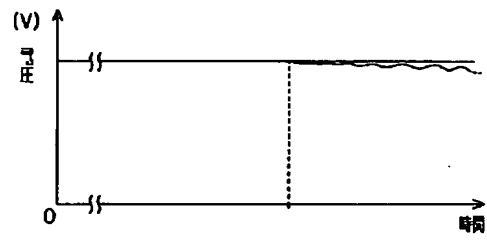
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

